

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2002 EPO. All rts. reserv.

10962336

Basic Patent (No,Kind,Date): EP 525927 A1 19930203 <No. of Patents: 006>

ION SOURCE HAVING A MASS SEPARATION DEVICE (English; French; German)

Patent Assignee: NISSIN ELECTRIC CO LTD (JP)

Author (Inventor): TANJYO MASAYASU (JP); NAKAZATO HIROSHI (JP)

Designated States : (National) DE; FR; GB

IPC: \*H01J-027/02; H01J-037/08

CA Abstract No: 118(18)181505S

Derwent WPI Acc No: G 93-038258

Language of Document: English

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applc No	Kind	Date
DE 69205098	C0	19951102	DE 69205098	A	19920213
DE 69205098	T2	19960229	DE 69205098	A	19920213
EP 525927	A1	19930203	EP 92301189	A	19920213 (BASIC)
EP 525927	B1	19950927	EP 92301189	A	19920213
JP 5082083	A2	19930402	JP 9259459	A	19920212
US 5189303	A	19930223	US 838926	A	19920221

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 91207590 A 19910723

JP 91207590 A1 19910723

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2002 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04090383 \*\*Image available\*\*

ION SOURCE WITH MASS SEPARATING MECHANISM

PUB. NO.: 05-082083 [JP 5082083 A]

PUBLISHED: April 02, 1993 (19930402)

INVENTOR(s): TANJIYOU MASAYASU

APPLICANT(s): NISSIN ELECTRIC CO LTD [000394] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 04-059459 [JP 9259459]

FILED: February 12, 1992 (19920212)

INTL CLASS: [5] H01J-049/48; H01J-027/08

JAPIO CLASS: 42.3 (ELECTRONICS -- Electron Tubes); 41.3 (MATERIALS -- Semiconductors); 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO KEYWORD: R004 (PLASMA); R011 (LIQUID CRYSTALS); R100 (ELECTRONIC MATERIALS -- Ion Implantation)

JOURNAL: Section: E, Section No. 1406, Vol. 17, No. 411, Pg. 120, July 30, 1993 (19930730)

**ABSTRACT**

PURPOSE: To make mass separation of a plane beam by furnishing Wien filter in all ion through holes in a drawout electrode, and installing just behind the drawout electrode a mass separating electrode having a small through hole with substantially the same potential as the electrode.

CONSTITUTION: A drawout electrode 2 is situated behind a plasma electrode 1, is given a lower potential by a power supply 19 than the electrode 1, and draws out ions from ion through holes in the electrode 1. A Wien filter for mass separation is furnished in each through hole 12. A mass separating electrode 3 is furnished just behind the drawout electrode 2 and held by a power supply 3 at a potential slightly lower than the drawout electrode 2. Through holes 13 in the mass separating electrode 3 shall have a dia. smaller than the through holes 12 in the drawout electrode 2. Thereby only those of the ions having passed the through holes 12 in the drawout electrode 2 which have the desired mass will pass the through holes 13 in the mass separating electrode 3.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-82083

(43)公開日 平成5年(1993)4月2日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 J 49/48  
27/08

識別記号

府内整理番号  
7135-5E  
7354-5E

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平4-59459

(22)出願日 平成4年(1992)2月12日

(31)優先権主張番号 特願平3-207590

(32)優先日 平3(1991)7月23日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000003942

日新電機株式会社  
京都府京都市右京区梅津高畠町47番地

(72)発明者 丹上 正安

京都市右京区梅津高畠町47番地日新電機株  
式会社内

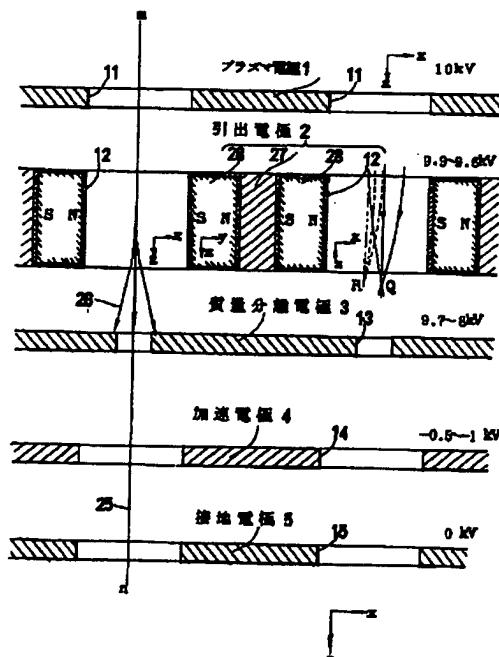
(74)代理人 弁理士 川瀬 茂樹

(54)【発明の名称】 質量分離機構を備えたイオン源

(57)【要約】

【目的】 広い断面積を持つ面イオンビーム型のイオン源に於いて質量分離機構を設けて所望の質量のイオンビームだけを取り出すこと。

【構成】 イオン源出口のプラズマ電極、引出電極、加速電極、接地電極のうちイオンの速度が低い段階である引出電極に、電界磁界の作用で質量分離するウイーンフィルタを通して穴ごとに設ける。さらに引出電極のすぐ後方に通し穴の位置の合致したあまり電圧のかかっていない質量分離電極を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空に引くことができ原料ガスを導入し放電によってこれを励起しプラズマとするイオン源チャンバと、イオン源チャンバからイオンビームを引き出し加速するためにイオン源チャンバの出口に設けられイオン通し穴が面と直角な方向に一致するように穿たれた多孔板電極板であるプラズマ電極、引出電極、質量分離電極、加速電極、接地電極とを含み、引出電極の全てのイオン通し穴に、対向磁石と対向電極とよりなり静磁界と電界とが互いに直交しイオンビームにも直交するようにしたウイーンフィルタを設け、質量分離電極は引出電極との間にイオンを加速する方向の小さな電圧が印加されているか又は同じ電圧であるものとし質量分離電極のイオン通し穴はこれより後段の加速電極のイオン通し穴と同じ大きさあるいはこれよりも小径のものとし、引出電極のイオン通し穴を通過したイオンのうち所望の質量のイオンのみがその後段にある質量分離電極のイオン通し穴を通過できるようにした事を特徴とする質量分離機構を備えたイオン源。

【請求項2】 真空に引くことができ原料ガスを導入し放電によってこれを励起しプラズマとするイオン源チャンバと、イオン源チャンバからイオンビームを引き出し加速するためにイオン源チャンバの出口に設けられイオン通し穴が面と直角な方向に一致するように穿たれた多孔板電極板であるプラズマ電極、引出前置電極、フィルタ電極、質量分離電極、加速電極、接地電極とを含み、フィルタ電極の全てのイオン通し穴に、対向磁石と対向電極とよりなり静磁界と電界とが互いに直交しイオンビームにも直交するようにしたウイーンフィルタを設け、質量分離電極はフィルタ電極との間にイオンを加速する方向の小さな電圧が印加されているか又は同じ電圧であるものとし質量分離電極のイオン通し穴はこれより後段の加速電極のイオン通し穴と同じ大きさあるいはこれよりも小径のものとし、フィルタ電極のイオン通し穴を通過したイオンのうち所望の質量のイオンのみがその後段にある質量分離電極のイオン通し穴を通過できるようにした事を特徴とする質量分離機構を備えたイオン源。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は質量分離機構を備えた面イオン型のイオン源に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 イオン源は真空容器に導入されたガスを何らかの手段で励起してプラズマとしイオンビームとして外部へ取り出すものである。半導体、液晶用TFT、太陽電池などへの不純物導入、あるいはイオンビームによるエッティング、スパッタによる加工、さらにはイオンによるデポジション、改質などの分野に於いて広く用いられている。イオンビームの種類、ビームの直径、イオンの運動エネルギー、ビーム密度などは目的によって様

々である。イオンビームの直径の狭いものも使われる。これは物体の加工や処理のためというより、物性の測定に用いられる事が多い。イオン源の中では多様なイオンが生成するから所望のイオンのみを取り出そうとする場合は質量分離しなければならない。イオンビームが細い場合質量分離機構を設けるのは比較的簡単である。これは扇形磁石によってイオンの経路を円弧状に弯曲させ、スリットを通過させることにより、質量の違うイオンを区別するものである。

10 【0003】 ところが物質を加工したり改質したりというように何らかの処理を施すための場合はイオンビームが広い方が良い。広い面積の対象物は多くの対象物を同時に効率良く処理することができるからである。このような面イオン型のイオン源の場合、イオンを質量分離するのは容易ではない。もちろん前述のように扇形磁石によって質量分離できるはずであるが、イオンビームのエネルギーが高く、イオンビームの直径が大きいから現実には磁石による質量分離は殆どなされていない。

【0004】 物質、目的によって相違するが、イオン源から引出されたイオンビームのエネルギーは10keV～200keV程度あってかなり大きい。エネルギーの大きいビームを曲げるには強い磁束密度が必要である。さらに面イオンビーム型の場合イオンビームの直径が大きい。磁石の直径はイオンビームの直径より当然大きくなくてはならないからこのようなイオンビームを曲げるためには強い磁束密度を持つ巨大な磁石が必要である。またこの磁石はビームの曲がりに沿う円弧状の形状を持たなければならない。このような巨大で強力な磁石を製作するのは容易でない。またこれをイオン源の出口に設置するのも難しい。たとえ可能であっても極めて嵩高い機構になってしまふ。

【0005】 これらの困難を克服したとしても、イオンビーム径が大きいため磁場で曲げられたイオンを選択的に通すべきスリットの穴を大きくせざるを得ないので、質量分離の分解能が低くなってしまう。そこで本発明者は、ウイーンフィルタを用いてイオンビームを質量分離する事を考えた。特願平2-220573である。これはイオン源出口にあるプラズマ電極、引出電極、加速電極、接地電極の4枚の電極の内、引出電極のイオン通し穴のそれぞれにウイーンフィルタを設けたものである。引出電極の通し穴の両側に永久磁石を埋め込み、これと直角な位置に電極を設ける。電極に直流電圧を印加して磁場と電場が直交するようにする。所望の質量を持つイオンのみがこの通し穴を直進するように設定しておく。その他の質量のイオンはこの穴を通過する際に曲げられるのでこれの直下にある加速電極の通し穴を通過できない。

【0006】 この機構はイオンを加速する前に質量分離するので、強い磁場がいらないという長所がある。加速前であるから、イオンエネルギーは1keVより小さ

い。扇形磁石を用いないので、小型のものになる。ピームラインが直線になるので装置の設計、設置が容易になる、などの長所があった。

【0007】ところが4枚電極のこの質量分離機構には次のような難点がある。ひとつは質量の異なるイオンを排除するためにスリットに該当するものが加速電極であるため、ここに衝突した時にイオンはかなり高いエネルギーを持つということである。たとえば、プラズマ電極の電圧を10kV、引出電極の電圧を9.6kV、加速電極の電圧を-0.5kVとする。加速電極に衝突するイオンのエネルギーは10.5keVとなる。所望の質量を持たない過大過小の質量のイオンはここに衝突するがエネルギーが高いため多くの2次電子を発生する。この2次電子の作用で、引出電極と加速電極の間で放電が発生する。つまり2次電子が電圧の高い引出電極の方へ引っ張られ加速されるから、これが雰囲気ガスを電離して放電が生じるのである。

【0008】もうひとつの欠点は分解能である。引出電極と加速電極の間で加速されて加速電極のイオン通し穴に入るわけであるが、この間で加速されるため、イオンの飛行方向が軸線から外れていたものでも加速電極の引力によって飛行方向が軸方向になり加速電極のイオン通し穴を通ってしまう。つまり所定の質量でないイオンもこの加速電極通し穴を通過するということである。このため分解能が低くなってしまう。本発明は2次電子発生を防ぎより高い分解能を有する質量分離機構を備えたイオン源を提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明のイオン源は先述のプラズマ電極、引出電極、加速電極、接地電極と並ぶ電極に加えて、引出電極のすぐ後方にこれと殆ど電位の変わらない、小さい通し穴を有する質量分離電極を追加したものである。つまり4枚電極であったものを5枚電極にする。引出電極のすぐ後方にあるので、これが質量分離のためのスリット板としての作用を持つようになる。

#### 【0010】

【作用】引出電極のすぐ後方に対応する位置に多数の穴を有する質量分離電極を設けている。所望の質量を持ったイオンはそのまま通し穴を通過してゆく。しかし、そうでない質量のイオンについては通し穴を通過できない。引出電極の通し穴がウーンフィルタになっているので過大過小質量のイオンはここで曲げられて、質量分離電極の板部に衝突し排除される。この点は同じなのである。しかし、引出電極と質量分離電極との間で殆ど電位差がなくあまり加速されないのでこのイオンが板部に当たって2次電子を出すという事がない。したがって放電も起こらない。これは大きな利点である。

【0011】もうひとつの利点は分解能が向上するということである。引出電極の次に加速電極がある場合は、

この間で進行方向に加速されるから、引出電極のウーンフィルタを出た時に、軸方向から多少ずれた速度ベクトルを有するイオンであっても加速電極の通し穴を通過する事ができる。このため過大過小質量のイオンも加速電極の通し穴を通過することができる。つまり分解能が低い。本発明の場合には、引出電極と質量分離電極との間で加速されず殆ど等速直線運動をするから、引出電極のウーンフィルタを出た時に軸方向からずれた速度ベクトルを有するイオンはますます中心軸から外れてゆき、質量分離電極の通し穴を通り抜けることができない。過大過小質量のイオンが排除されるということで分解能が高くなる。

【0012】実際には、引出電極が厚いので通し穴が長く、穴径に比べて穴長が大きいから、穴の出口でイオンビームが収束するような電位勾配が生ずる。図2にこれを示す。点Q、Rが収束点である。収束するといつてもビームは進行しているので収束した後は発散する訳である。また収束するのは同一の質量、同一のエネルギーを持つイオンだけである。異なる質量のイオンはウーンフィルタのB、Eの作用のため出口に於いては異なる地点Q、Rで収束する。そのため引出電極のすぐ近くに小さい通し穴を設けた質量分離電極を設置するという事は有効である。所望の質量を持つQ点で収束したイオンは質量分離電極の穴を通過できるが過大又は過小質量のR点で収束したイオンは次の電極の穴を通過できない。離れた位置により大きい穴径の電極板を設けるのと等価のように見えるがそうではない。引出電極の出口で収束したイオンは発散しはじめるので遠くにある電極板（質量分離電極がないとして）に到達した時は、同一地点に異なる質量のイオンが飛来する可能性があるのである。つまり質量分離がウーンフィルタによって一旦なされても、その後発散ビームになるから、ビームが混じりあってしまうのである。引出電極から遠く離れた所にある加速電極によってスリットの代用をさせるとすればビームの混合が起こって折角ウーンフィルタによって質量分離しても以後再び混じりあってしまうのである。

【0013】本発明ではそうでなく、収束したイオンビームを分離するため引出電極のすぐ後に質量分離のための電極を設けている。イオンは殆ど発散しないうちにこの電極に至るから、質量の異なるイオンビームの到達位置が異なる。適当なB、Eの決定を行うことにより、所望の質量のイオンのみを通過することができる。

#### 【0014】

##### 【実施例】

【実施例1】図1は本発明の実施例に係る質量分離機構を備えたイオン源の概略構成図である。図2は電極板の部分の拡大縦断面図である。イオン源の出口に設置された多孔板電極は5枚ある。図1の上から順にプラズマ電極1、引出電極2、質量分離電極3、加速電極4、接地電極5である。いずれも多数のイオン通し穴を有する多

孔板である。イオン通し穴はイオンの進行方向に一致するように穿孔されている。イオン源はイオン源チャンバー6の中にフィラメント7を設けたものである。イオン源チャンバー6は真空に排気することができしかも原料ガス入口8からイオン化すべきガスが導入できるようになっている。チャンバー6の壁の外側にはカスプ磁場を作るための磁石9、10が設けてある。これはパケット型イオン源の例を示している。その他のイオン源に対しても本発明を同様に適用することができる。

【0015】プラズマ電極1、引出電極2、質量分離電極3、加速電極4、接地電極5のイオン通し穴11、12、13、14、15は軸方向に一致するが、直径やその長さが相違する。特に質量分離電極3の穴Bは小さくなっている。図2は電極の穴を縦に並べて書いているが、これは電極の厚みを誇張して書いてある。また穴の径も実際より大きく書いてある。プラズマ電極1、質量分離電極3、加速電極4、接地電極5などは単純な金属板に多くの孔を穿ったものである。引出電極2はウイーンフィルタをそれぞれの通し穴12に設けているから複雑な構造となっている。

【0016】電位の関係について説明する。フィラメント7はフィラメント電源16によって加熱される。フィラメント7を陰極、イオン源チャンバー6を陽極とするように、アーケ電源17が両者に接続されている。チャンバー6とフィラメント7の間にアーケ放電が起こる。これによってガスが励起されてプラズマ18になる。プラズマ電極11はプラズマの中から正イオンのみを取り出すものである。これは大地に対しては正の高電位であるが、チャンバー6よりは低い電圧になっている。

【0017】引出電極2は電源19によってプラズマ電極1より低い電位になっている。これはウイーンフィルタを穴ごとに内蔵しているから、2つの異なる電位を必要とする。このために電源20、21がある。引出電極2のすぐ後段の質量分離電極3は電源22によって引出電極2より僅かに低い電位（或は同一電位）に保たれる。加速電極4はプラズマ電極11に対してイオンを加速する方向に高い電圧がかかっているので加速電極といっている。これは電源23によるものである。実際には加速電極4は大地に対して負に保たれる。これはターゲットにイオンが衝突することによって生じた電子がイオン源チャンバーの方へ逆流するのを防ぐためである。接地電極5は接地されている。接地電極からターゲット（図示せず）までは電界が存在しないので等速直進運動する。イオンが加速されるのは、引出電極2と加速電極4の間である。特に強く加速されるのは、質量分離電極3と加速電極4の間である。

【0018】電圧の分布に関する一例を示す。プラズマ電極が10kVとすると、引出電極の電位は9.9~9.6kV、質量分離電極の電位は9.7~8kV、加速電極の電位は-0.5~-1kV、接地電極は0Vで

ある。つまり質量分離電極3まではイオンのエネルギーが低く速度は遅いという事である。プラズマ電極の電位が変わると、その他の質量分離電極の電位もそれに追随して変わる。全ての電極のイオン通し穴の中心は中心線mnの上にある。引出電極2は直交する電場Eと磁界Bとを用いたウイーンフィルタを備えているので、所望の質量をもつイオンは直進イオンビーム25となるが、それ以外の質量のイオンは弯曲イオンビーム26となり質量分離電極3の板面に衝突する。

【0019】引出電極2はプラズマ電極1の後方にあって、プラズマ電極1のイオン通し穴からイオンを引き出す働きをする。この点は従来のものと同じである。本発明に於いてはそれに加えて、質量分離のためのウイーンフィルタを通し穴12ごとにひとつずつ設けてある。1本のイオンビームの途中にひとつのウイーンフィルタを設けたものはよく知られているが、本発明のように面積の大きい面ビームのイオン源で多数のウイーンフィルタを並設したものは類例がない。引出電極2は電極板27と磁石28を含む。

【0020】図2では磁石28を示しているが、これは磁石と磁場の存在を明示するためであって実際には中心線上に磁石28は存在しない。図3のように電極板27は通し穴12の中心を結ぶ方向の中心線に沿って分割されている。分割の方向をy軸にとる。これと直角な方向をx軸とする。電極板27が2分割されて27a、27bになっているがこれは、両者の間に電圧を印加して通し穴12の中にx方向の電界Eを生ずるためである。このような電界がなければウイーンフィルタができない。

【0021】電極板2が中央で割れており電極板27a、27bとなっているために、永久磁石28は両方の電極板27a、27bの中に2分割して埋め込まれている。ひとつの通し穴の周囲に同じ方向に磁化方向を有する4つの永久磁石28が設置されている。これらはy方向に磁束密度Bを生ずる。電極板27a、27b間の電圧によって生じた電場（x方向）とともにこれがウイーンフィルタを構成する。これと直角な（z方向）方向から入射したイオンはB、Eの相拮抗する力を受ける。選ばれた質量エネルギーのイオンは一定の速度w<sub>0</sub>を持つので受ける力が均衡しここを直進する。これより遅い速度（より重いイオン）のイオンは電界Eの方向に曲がるし、速い速度（より軽い）のものは電界Eと反対の方向に曲がるので、この弯曲ビーム26は質量分離電極3の板面に当たり除去されるのである。

【0022】ウイーンフィルタをイオン加速前の段階に設けたということが重要である。100eV~数100eVのエネルギーしか持たないから、速度w<sub>0</sub>が小さく慣性が小さいので弱い電界Eによってもこれを曲げる事ができる。つまり電圧を低くできるのである。穴径が小さいから電場、磁場ともに小さくできる。ウイーンフィルタの長さ、つまり通し穴の長さも短くすることができ

る。これは甚だ有利な点である。この例では全ての通し穴での電界、磁界の方向を同一にするために隣接する電極板 27a、27b の間にも空隙を作り両者を電気的に絶縁している。これらの空隙はそのまま空間としてもよいのであるが、真空であるとその間に放電が起こりやすいので、絶縁物 29、絶縁物 30 を充填してある。x 方向の電界の大きさは電源 20、21 によって適当に調整することができる。

【0023】引出電極 2 の通し穴 12 は、質量分離電極 3 の通し穴 13 より直径が大きく、通し穴 12 の下に通し穴 13 が見えている。両者は同じ程度にしてもよいが、通し穴 13 を小さくすると分解能を上げることができる。このような幾何学的条件であると、所望の質量を持つイオンであっても引出電極通し穴 12 の端近くを通ったイオンは次の通し穴 13 を通過できないように見えるが、そうではない。既に述べたように引出電極通し穴 12 は長いので凸レンズのような収束作用があつて、同じ質量のイオンであれば出口の一箇所（穴の中心）に収束させるのである。

【0024】【実施例 2】図 4 は引出電極の他の実施例を示す。通し穴 12 の配置が縦横に並んでいるのではなく、チドリになっている。つまり正三角形を多数並列させた場合の頂点に穴を位置させている。さらに電極板間の分割数を減じ、隣接する穴の電極板 27c はひとつに統合してある。こうすると電極板のくりかえしピッチが 2 倍になり電極構造が単純化される。また穴の中心を通る方向に電極板 27c、27d が分割されているが、分割部は単に空隙 31 となっている。左右の穴で電場の方向が逆になるので磁石の方向も逆になっている。ここでは長い永久磁石 28 を用いて隣接する通し穴に対して共通に使っている。

【0025】【実施例 3】図 5 は引出電極の第 3 の実施例を示す。これは通し穴が縦横行列状に並んでいる。電極板が中間で分割されていないので、電極板のピッチが図 3 の穴のピッチの 2 倍になる。電界、磁界の方向は横方向の穴について相反するようになっている。図 4、図 5 の場合、過大質量のイオンが E、B によって曲げられる方向が穴によって異なる。過小質量のイオンについても同様である。しかしこれは差支えのことである。引出電極通し穴 12 と質量分離電極の通し穴 13 のひとつずつが組になってそれぞれ単一のウーンフィルタを作っているからである。

【0026】【実施例 4】これ迄に説明したものは、引出電極 2 は 2 つの役割を持っていた。一つはウーンフィルターを備える基体となるということである。もう一つはプラズマ電極と引出電極との電位差によってイオンを引き出すという作用である。図 2 に示した例では両電極の電位差が 0.1 ~ 0.4 kV ある。一般にこの電圧は 0.1 ~ 1 kV 程度である。この電位差でイオンビームを引き出している。ウーンフィルタの電極板間の電

圧は 40 ~ 200 V 程度でありこの電圧と磁場の作用で質量分離している。このような二つの役割を兼ねることができるものであるが、電界の方向が異なるからイオンビームの流れが意図した通りにならないことがある。前記の電位差はビームの方向つまり z 方向に働く。しかしフィルタとしての電界はビームと直角の方向つまりこの例では x 方向に働く。フィルタのための電界は通し穴 12 の外部まで遠く漏れるということはないはずであるが、それでも穴の縁辺においては強い電界となる。これが z 方向の引出電界に擾乱を加える。ためにイオンビームが x 方向に弯曲する可能性がある。

【0027】引出電極のウーンフィルタは磁界と電界による反対方向の力によってある一定の質量を持つイオンビームのみを直進させるものである。しかし永久磁石の作る磁界と、電極板のつくる電界の大きさは同じ物理法則に従うものではないから、その分布が異なってくる。通し穴の中心では  $E = w_0 B$  というように設定されていたとしても、その他の領域では、電界、磁界の強さの比は常に  $w_0$  ではない。また方向も異なる。電界は端的にガウスの法則に従うが、磁界は磁石板の定理に従うから、その方向性や強度の距離依存性が異なる。従って通し穴の中心以外では電界と磁界の力の均衡が破れており、電界が優勢であるところや磁界が優勢であるところなどはどうしても発生してしまう。

【0028】このような説で引出電極に z 方向、x 方向の電界の両方を担わせると穴の中心から外れた軌跡を通るイオンビームに対して x 方向の特異な電界がかかる可能性がある。そうすると直進していたものが曲げられたり、曲がっていたものが直進したりするので質量分離の分解能が低下する。これを避けるためには、引出電極を 2 つに分離した方が良い。図 6 と図 7 はこのような実施例を示す。これは 6 枚電極構造のものである。引出電極 2 が単なる引出前置電極 51 とフィルタ電極 52 に分離されているのである。つまり 6 枚の電極は、チャンバに近いほうから順に、プラズマ電極 1、引出前置電極 51、フィルタ電極 52、質量分離電極 3、加速電極 4、接地電極 5 である。電圧の配分について述べる。この例では、プラズマ電極 1 は 10 kV にバイアスされている。引出前置電極 51 はこれに対して -1 kV となっている。つまり大地に対しては 9 kV である。この例では、フィルタ電極 52 と質量分離電極 3 と引出前置電極 51 は同電位になっている。つまりプラズマ電極 1 と引出前置電極 51 の間では 1 kV の電位差により、z 方向に真っすぐに加速される。この点が、これ迄の実施例と異なる点である。フィルタ電極 52 の電極板の間には +200 V と -200 V の電圧が印加される。つまり 400 V の電圧によって電極板の間に直流電界が生ずるのである。またこれより後方の質量分離電極 3 もこれらと同電位であるから、フィルタ電極と質量分離電極 3 の間でイオンが加速されない。こうすると質量分離の分解能を

あげることができる。勿論質量分離電極3の通し穴の直径を小さくすることによっても分解能を上げることができる。

【0029】しかしそうではなくて、引出前置電極5 1、フィルタ電極5 2、質量分離電極3の間に電源つなぎ、それぞれ小さい電位差を与えてよい。もうひとつこの実施例で注意すべきことは、通し穴5 4の形状である。これまでのものは丸い通し穴であった。丸いものは加工が容易であるが、電界分布が生じて一様な電界を形成しにくい。そこでここでは通し穴が角型になっている。このようにすれば通し穴の対辺平行であるから、一様な強度の電界を形成することができる。このようにするとウイーンフィルタの質量分離の有効範囲が拡がるからより正確に質量分離することができる。フィルタ電極5 2の通し穴5 4は行方向(y方向)に複数列ならんでいる。しかし隣接する群の間では通し穴のピッチは半ピッチずれている。またこの例では電極板5 3 a、5 3 bが隣接する2行のウイーンフィルタについて共通となっている。こうすると電極板5 3 a、5 3 bのピッチが2倍になって電極板の製作設置が容易になる。しかしこのため隣接する行間では磁界電界の方向が逆転する。

【0030】永久磁石5 5はひとつのウイーンフィルタについて4つのものが用いられている。異なる磁極が対向するように電極板の両側に2つずつ計4つ設けられている。しかし永久磁石5 5は隣り合うウイーンフィルタで半分ずつ共通に用いられている。であるらウイーンフィルタひとつあたりの永久磁石は2つである。この点は図4の例と同様である。既に述べたようにこの実施例は引出電極2が2つの異なる作用をするとビームがx方向の電界のために偏向する可能性がありこれを回避するために考案されたものである。これは従って引出電極によって偏向されず対称性の良いビームを作り出すことができる。優れた質量分離機構である。

【0031】

【発明の効果】広いビーム面積を有する面ビーム型イオン源は新しいものではあるが、これを質量分離するための適当な機構がこれまで存在しなかった。本発明は、イオン源の引出電極の中に電極、磁石を設けてウイーンフィルタとしているので面ビームであっても質量分離することができる。低速のイオンに対して質量分離するから高電圧が不要であり、それとともに磁界も小さくすることができます。さらに引出電極のすぐ後方に質量分離のた

めの多孔板電極を設けたので、特願平2-220573に比べて2つの点で優れている。ひとつは加速されてから電極板に当たって2次電子を多量に発生するという事がなく電極間で放電が発生する惧れがないということである。もうひとつは引出電極の出口で収束したビームが発散する間もなく質量分離電極に至るので、分解能が高揚するということである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のイオン源の概略構成を示す縦断面図。

【図2】イオン源出口の電極板の構造を示す一部縦断面図。

【図3】引出電極の一部の横断面図。

【図4】引出電極の他の実施例を示す一部の横断面図。

【図5】引出電極の第3の実施例を示す一部の横断面図。

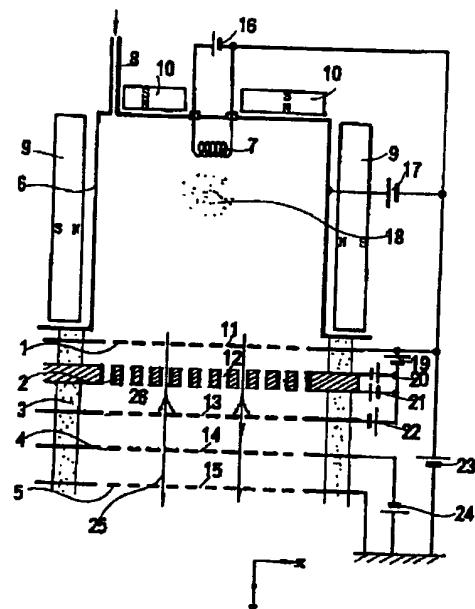
【図6】第4の実施例に係るイオン源出口の電極板の構造を示す一部縦断面図。

【図7】図6の実施例のフィルタ電極の平面図。

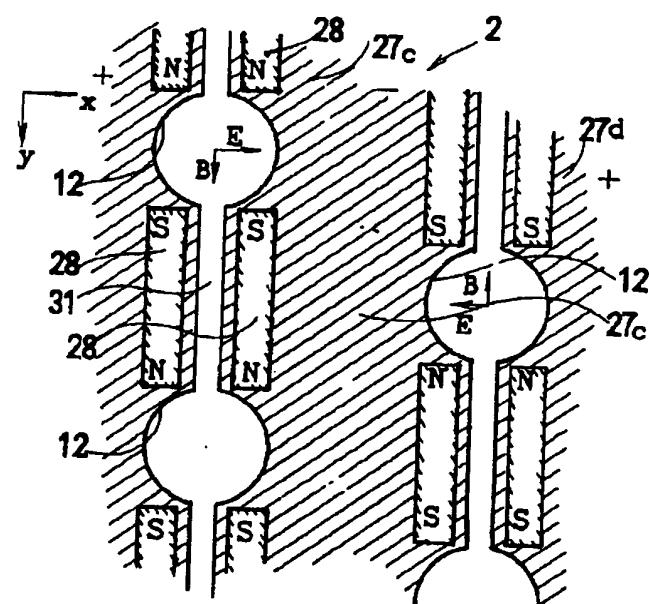
【符号の説明】

20	1 プラズマ電極
	2 引出電極
	3 質量分離電極
	4 加速電極
	5 接地電極
	6 イオン源チャンバ
	7 フィラメント
	8 ガス導入口
	9 磁石
	10 磁石
30	11 プラズマ電極通し穴
	12 引出電極通し穴
	13 質量分離電極通し穴
	14 加速電極通し穴
	15 接地電極通し穴
	16 フィラメント電源
	17 アーク電源
	18 プラズマ
	27 電極板
	28 磁石
40	51 引出前置電極
	52 フィルタ電極

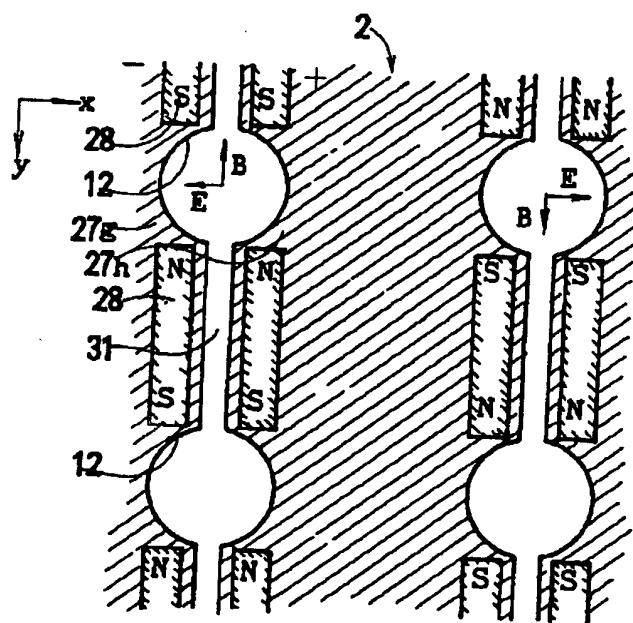
[図1]



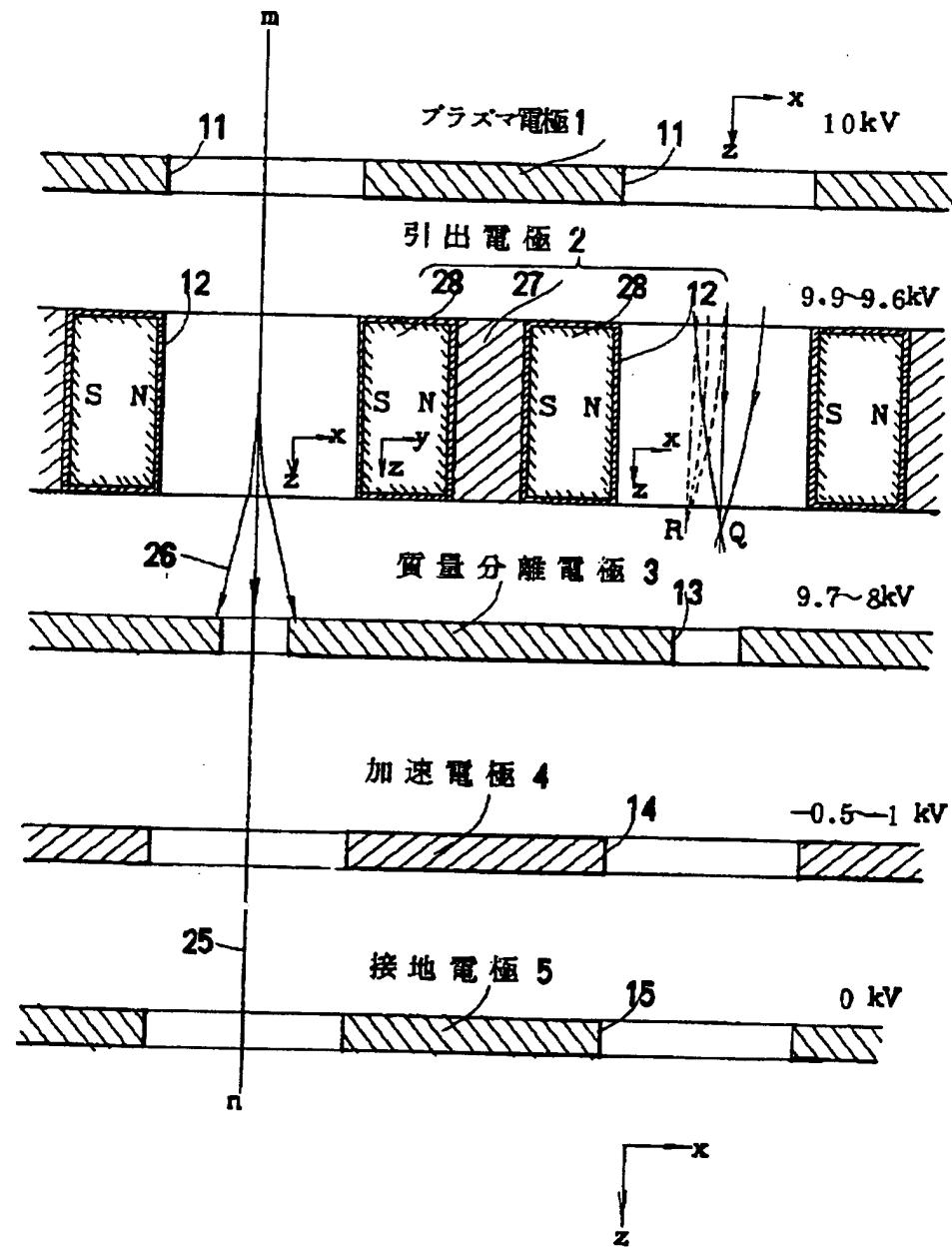
[図4]



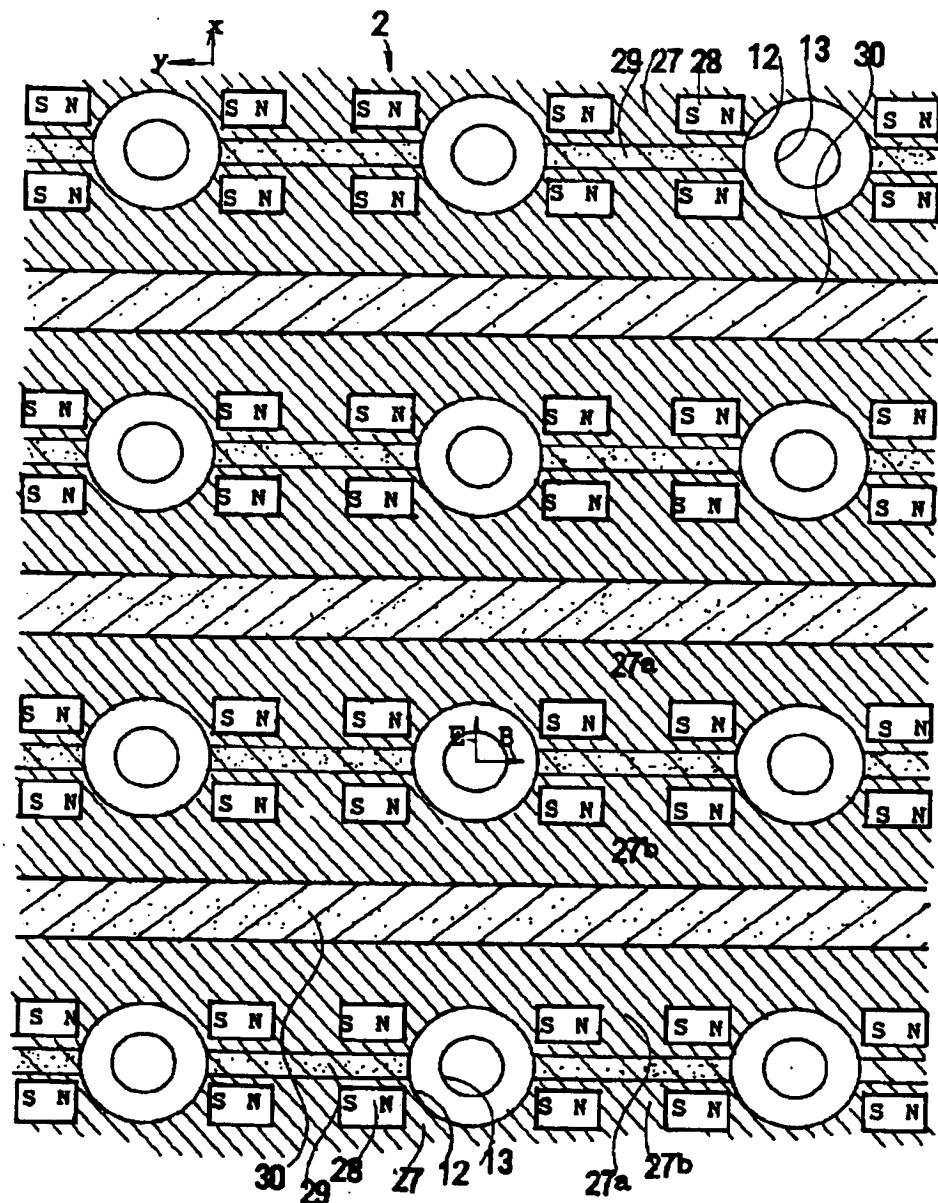
【図5】



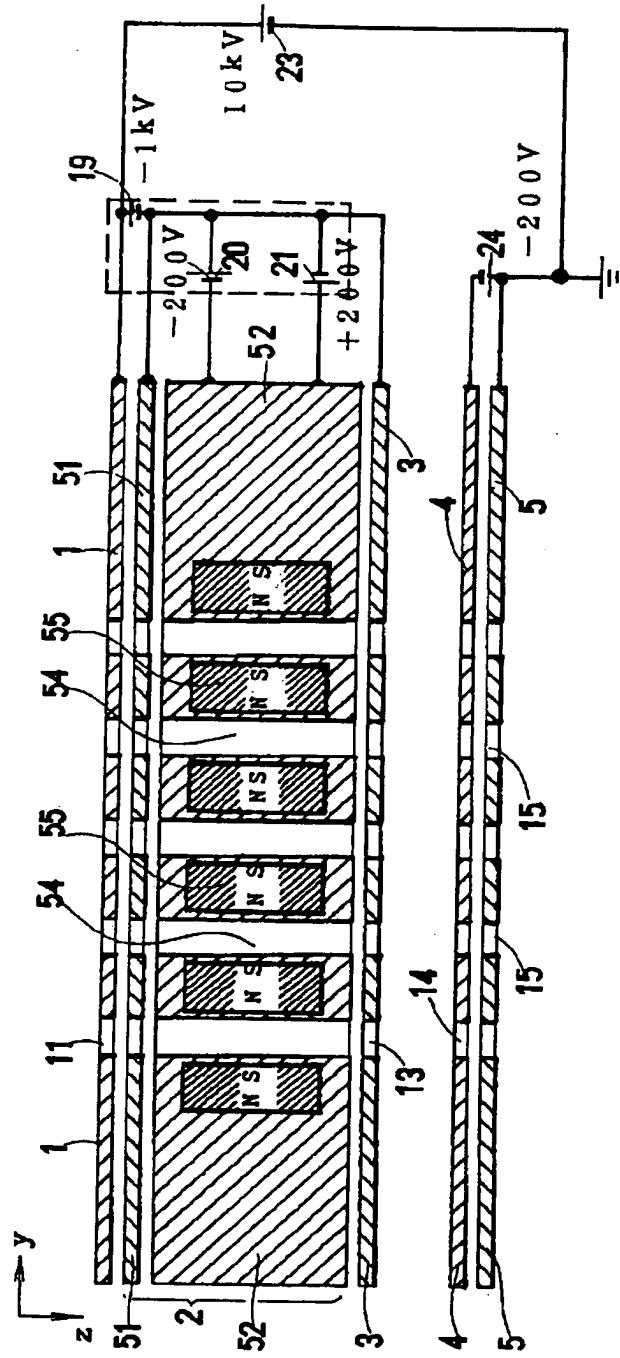
【図2】



【図3】



【図6】



【図7】

